

No. 056626
Mailed: March 18, 2003

Notice of Grounds for Rejection

Serial No. 318293/2000
Drafted: February 19, 2003
Examiner: Katuro Morihayashi
Attorney: Shoji Takemoto et al.
Japanese Patent Law: Section 29(2).

The present application is to be rejected by the following reasons. If the applicant has any opinion against those reasons, he/she may submit arguments within 60 days from the mailing date of this communication.

Reasons

The claimed invention is not patentable in view of Japanese Patent Law Section 29(2) because it is obvious from the following documents.

Note (See "List of Cited Documents" below)

For claim 1

Cited documents: 1

Remarks: This document suggests generation of acceleration and deceleration pattern within the range of dynamic speed and acceleration limit in a servo system. Present wording of claim1 does not make clear the difference between the claimed invention and the reference.

For claim 2 and 3

Cited document: 1

Remarks: The same reason as stated above is applied.

Cited document: 2

Remarks: This document suggests generation of acceleration and deceleration pattern for every moving directions.

For claim 4

Cited document: 1 and 2

Remarks: The same reason as stated above is applied.

Cited document: 3

Remarks: This document suggests generation of a moving command through the filtering processing in acceleration and

整理番号 20633P

発送番号 056626

発送日 平成15年 3月18日 1 / 2

特許出願理由通知書

特許出願の番号 特願2000-318293
起案日 平成15年 2月19日
特許庁審査官 森林 克郎 8613 3H00
特許出願人代理人 竹本 松司(外 4名)様
適用条文 第29条第2項

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出して下さい。

理 由

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前日本国内又は外国において頒布された下記の刊行物に記載された発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

記 (引用文献等については引用文献等一覧参照)

・請求項1

・引用文献等1

・備考 サーボ系の動的な速度一加速度制限の範囲内での加減速パターンの生成について。現在の請求項1の記載では、上記引用文献1に記載されたものとの実質的な差異が明確ではない。

・請求項2, 3

・引用文献等1

・備考 上記で引用した趣旨と同趣旨で引用。

・引用文献等2

・備考 特に、第5頁左欄第9～24行の記載参照。移動方向毎に、加減速パターンを生成する点。

・請求項4

・引用文献等1, 2

・備考 上記で引用した趣旨と同趣旨で引用。

・引用文献等3

- ・備考 第2頁左欄第10～19行の記載参照。加減速制御において、フィルタ処理をして移動指令とする点。

引 用 文 献 等 一 覧

1. 特開平11-053021号公報
2. 特開平11-202925号公報
3. 特開平04-362710号公報

先行技術文献調査結果の記録

- ・調査した分野 IPC第7版 G05D3/00-3/20、
G05B19/18、
B23Q15/00-15/28

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。

この拒絶理由について問い合わせがあるとき、又は面接を希望されるときは、次の連絡先にご連絡下さい。

連絡先：特許審査第二部自動制御 森林克郎

TEL 03-3581-1101 内3314

FAX 03-3501-0671

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-053021
(43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.CI. G05B 19/416
G05D 3/12
G05D 3/12

(21)Application number : 09-210967 (71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 05.08.1997

(72)Inventor : UMEDA NOBUHIRO

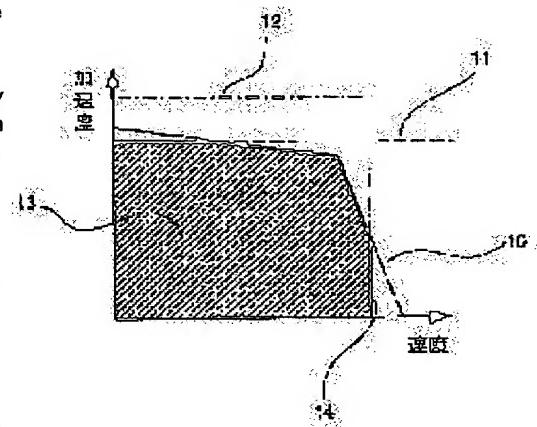
TOMITA KOJI
KARIYAZAKI HIROKAZU

(54) ACCELERATION AND DECELERATION PATTERN GENERATING METHOD FOR INDUSTRIAL ROBOT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate an optimum acceleration/deceleration pattern in consideration of uncontrollable torques such as a load torque and a frictional torque generated by the operation of the robot and the response of a servo system.

SOLUTION: By the acceleration and deceleration pattern generating method for an industrial robot having arms coupled by joints driven by servomotors respectively, command acceleration or deceleration is increased or decreased so that the peak value of a generated torque becomes maximum within the effective range of the speed and torque 14, derived from the position, speed command, acceleration upper-limit value 11, friction torque of at least one of axes corresponding to the joints and the speed reduction ratio and transmission efficiency of a speed reducer for the axes, that the whole servo system has; and the acceleration/deceleration time is adjusted corresponding to it and an acceleration/deceleration pattern represented by the acceleration speed or acceleration/deceleration time is generated. Consequently, the obtained acceleration/deceleration pattern becomes the shortest acceleration/deceleration pattern within the dynamic speed-acceleration limit range of the servo system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平11-53021

(43)公開日 平成11年(1999)2月26日

(51) Int. Cl.
G05B 19/416
G05D 3/12
305
306

識別記号 勤内整理番号
G05B 19/407
G05D 3/12
305
306

F I
K
V
R

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全6頁)

(21)出願番号 特願平9-210967

(22)出願日 平成9年(1997)8月5日

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)発明者 梅田 信弘

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)発明者 富田 浩治

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)発明者 仮屋崎 洋和

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

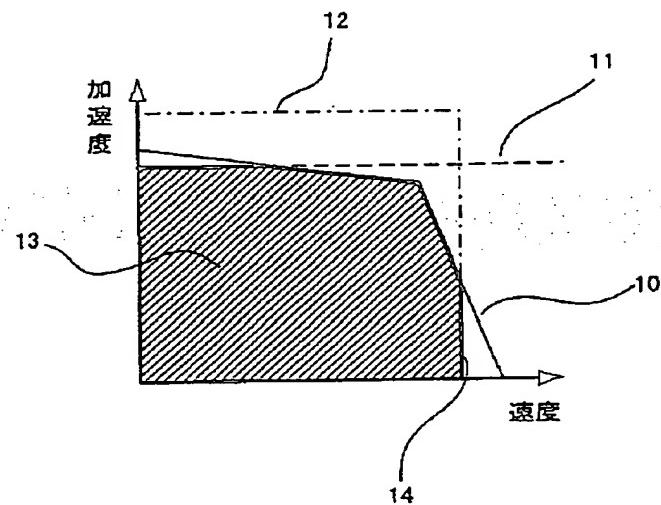
(74)代理人 弁理士 小堀 益

(54)【発明の名称】産業用ロボットの加減速パターン生成方法

(57)【要約】

【課題】 ロボットの動作によって発生する負荷トルクおよび摩擦トルクなど制御不能なトルクとサーボ系の応答を考慮した最適な加減速パターンを生成する。

【解決手段】 各々がサーボモータにより駆動される複数の関節によって結合された複数のアームを有する産業用ロボットの加減速パターン生成方法において、前記各関節に対応する各軸のうち少なくとも1つの軸に関し、前記軸の位置、速度指令、加速度上限値11、摩擦トルク、前記軸の減速機の減速比および伝達効率等の要件から導かれるサーボ系全体の持つ速度-トルク14の有効範囲内で、発生されるトルクのピーク値が最大になるよう指令加減速度を増大または減少させ、これに応じて加減速時間を調整し、前記加減速度および加減速時間で表される加減速パターンを生成する。これにより、得られる加減速パターンは、サーボ系の動的な速度-加速度制限の範囲内で最短の加減速パターンとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各々がサーボモータにより駆動される複数の関節によって結合された複数のアームを有する産業用ロボットの加減速パターン生成方法において、前記各関節に対応する各軸のうち少なくとも 1 つの軸に関し、前記各軸の位置、前記各軸の速度指令、前記各軸の加速度上限値、前記各軸の摩擦トルク、前記各軸の減速機の減速比および伝達効率等の要件から導かれるサーボ系全体の持つ速度一トルクの有効範囲内で、発生されるトルクのピーク値が最大になるよう指令加減速度を増大または減少させ、これに応じて加減速時間を調整し、前記加減速度および加減速時間で表される加減速パターンを生成することを特徴とする産業用ロボットの加減速パターン生成方法。

【請求項 2】 サーボモータの速度一トルク特性、サーボアンプの電流容量に基づくトルク上限値、可動部の許容速度および許容トルクに内包されるサーボ系の静的な速度一トルクの有効領域から、軸間の干渉を含むアーム側からサーボモータ側への干渉トルク、重力による保持トルク、および摩擦トルク分の動作時に発生する加減速に使用不能なトルク分を差し引いたサーボ系の動的な速度一トルクの有効範囲内で、発生されるトルクのピーク値が最大となるよう指令加減速度を増大または減少させ、これに応じて加減速時間を調整し、前記加減速度および加減速時間で表される加減速パターンを生成することを特徴とする請求項 1 記載の産業用ロボットの加減速パターン生成方法。

【請求項 3】 各々がサーボモータにより駆動される複数の関節によって結合されたいくつかのアームを有する産業用ロボットの加減速パターン生成方法において、前記各関節に対応する各軸に關し、

サーボモータの速度一トルク特性、サーボアンプの電流容量に基づくトルク上限値、可動部の許容速度および許容トルクに内包されるサーボ系の静的な速度一トルクの有効範囲から、軸間の干渉を含むアーム側からサーボモータ側への干渉トルク、重力による保持トルク、および摩擦トルク分の動作時に発生する加減速に使用不能なトルク分を差し引いたサーボ系の動的な速度一トルクの有効範囲内で、発生されるトルクのピーク値が最大となるよう指令加減速度を増大または減少させ、これに応じて加減速時間を調整し、全軸について求められた加減速時間の最大値を全軸共通の加減速時間と定め、各軸サーボモータの加減速パターンを生成することを特徴とする産業用ロボットの加減速パターン生成方法。

【請求項 4】 サーボ系の伝達関数により、サーボ系全体の速度一トルクの有効範囲内で、発生させるトルクのピーク値が最大となるよう指令加速度を増大または減少させ、これに応じて加減速度および加減速時間を調整

することを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の産業用ロボットの加減速パターン生成方法。

【請求項 5】 加減速処理された移動指令に対して、さらにフィルタ処理を施して各軸サーボ系に指令される場合、

フィルタを含めたサーボ系の伝達関数により、サーボ系全体の速度一トルクの有効範囲内で、発生させるトルクのピーク値が最大となるよう指令加速度を増大または減少させ、これに応じて加減速度および加減速時間を調整することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかの項に記載の産業用ロボットの加減速パターン生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、産業用ロボットの位置決め制御時における加減速時間を最短にする加減速パターン生成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 各々がサーボモータにより駆動される複数の関節によって結合されたいくつかのアームを有する産業用ロボットの加減速パターン生成方法の一般的な方法として、工場もしくは現地で調整され、コントローラ内部に設定された各軸の加減速度パラメータにより、速度に応じた加減速時間を求め、加減速パターンを生成する方法が用いられる。しかし、この手法では、動作距離が短い場合、サーボ系の追従遅れのため、速度や加速度が十分発生されず、指令速度を上げても、動作時間が短縮できないといった問題があった。また、ある作業で、最適な加減速度のパラメータを設定すると姿勢が大きく変わった場合や指令速度が変わった場合に、速度やトルクが制限値を超てしまうといった問題があった。このような問題を解決するために、特開平 4-362710 号公報には、サーボモータの応答の速度一加速度曲線が、サーボモータのトルクカーブから動摩擦分を差し引いて求めた速度一加速度曲線の範囲内で接近するように加減速度を増大させるサーボモータの最適加減速制御方法が提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の手法を用いても、各々がサーボモータにより駆動される複数の関節によって結合されたいくつかのアームを有する産業用ロボットの場合、各アーム間の干渉力および負荷側アームからサーボモータへの干渉力や重力による落下を防いでいるサーボモータの保持トルクの影響により、トルクの制限値オーバーやトルク不足が発生する可能性がある。また、サーボアンプの容量が小さい場合や負荷の重量が大きい場合には、サーボモータの速度一トルクの特性を十分生かせない場合がある。そこで本発明は、ロボットの動作によって発生する負荷トルクおよび摩擦トルクなど制御不能なトルクとサーボ系の応答を考慮した最適な加減速パターンを生成することを目的とす

る。

【 0 0 0 4 】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため、本発明の第1の手段は、各々がサーボモータにより駆動される複数の関節によって結合された複数のアームを有する産業用ロボットの加減速パターン生成方法において、前記各関節に対応する各軸のうち少なくとも1つの軸に関し、前記軸の位置、前記軸の速度指令、前記軸の加速度上限値、前記軸の摩擦トルク、前記軸の減速機の減速比および伝達効率等の要件から導かれるサーボ系全体の持つ速度-トルクの有効範囲内で、発生されるトルクのピーク値が最大になるよう指令加減速度を増大または減少させ、これに応じて加減速時間を調整し、前記加減速度および加減速時間で表される加減速パターンを生成することを特徴とする。また、本発明の第2の手段は、各々がサーボモータにより駆動される複数の関節によって結合されたいいくつかのアームを有する産業用ロボットの加減速パターン生成方法において、前記各関節に対応する各軸に関し、サーボモータの速度-トルク特性、サーボアンプの電流容量に基づくトルク上限値、可動部の許容速度および許容トルクに内包されるサーボ系の静的な速度-トルクの有効範囲から、軸間の干渉を含むアーム側からサーボモータ側への干渉トルク、重力による保持トルク、および摩擦トルク分の動作時に発生する加減速に使用不能なトルク分を差し引いたサーボ系の動的な速度-トルクの有効範囲内で、発生されるトルクのピーク値が最大となるよう指令加減速度を増大または減少させ、これに応じて加減速時間を調整し、全軸について求められた加減速時間の最大値を全軸共通の加減速時間と定め、各軸サーボモータの加減速パターンを生成することを特徴とする。上記手段により、発生される加速度がサーボ系の動的な速度-トルク曲線の範囲内で接近するように加減速パターンが生成されるため、得られる加減速パターンは、サーボ系の動的な速度-トルク制限の範囲内で最短の加減速パターンとなる。

【 0 0 0 5 】

【発明の実施の形態】本発明においては、サーボモータの速度-トルク特性、サーボアンプの電流容量に基づくトルク上限値、可動部の許容速度および許容トルクに内包されるサーボ系の静的な速度-トルクの有効領域から、軸間の干渉を含むアーム側からサーボモータ側への干渉トルク、重力による保持トルク、および摩擦トルク分の動作時に発生する加減速に使用不能なトルク分を差し引いたサーボ系の動的な速度-トルクの有効範囲内で、発生されるトルクのピーク値が最大となるよう指令加減速度を増大または減少させ、これに応じて加減速時間を調整し、前記加減速度および加減速時間で表される加減速パターンを生成する。また、サーボ系の伝達関数により、サーボ系全体の速度-トルクの有効範囲内で、発生されるトルクのピーク値が最大になるよう指令加減

速度を増大または減少させ、これに応じて加減速度および加減速時間を調整する。加減速処理された移動指令に対して、さらにフィルタ処理を施して各軸サーボ系に指令される場合、フィルタを含めたサーボ系の伝達関数により、サーボ系全体の速度-トルクの有効範囲内で、発生させるトルクのピーク値が最大となるよう指令加速度を増大または減少させ、これに応じて加減速度および加減速時間を調整する。

【 0 0 0 6 】

10 【実施例】以下、本発明の実施例を具体的に説明する。本実施例で説明するロボットモデルの構成を図1に示す。ロボットは、3つの駆動軸により構成され、1は大地に平行な軸回りに自由度を持つ第1軸、2は第1軸1回りに駆動する第1アーム、3は第1アーム2の先端部に設けられ、第1軸1に平行な軸回りに自由度を持つ第2軸、4は第2軸3回りに駆動する第2アーム、5は第2アーム4の先端部に設けられ、第2軸に平行な軸回りに自由度を持つ第3軸、6は第3軸5回りに駆動し、先端部に質点を有する第3アームである。各軸は1自由度ずつ有し、合計3自由度を有する、XY平面内を動作するロボットである。そして、各軸がそれぞれ、重力モーメント、加速度による慣性、他軸の動作による干渉トルク等の影響を受ける。図2は、駆動軸の構成を示すものである。各軸を駆動するサーボモータ7と減速機8を介して、各アームが結合された負荷軸9で構成されている。

【 0 0 0 7 】本実施例では、簡単のため、速度-トルクの特性を速度-加速度に換算して説明する。図3は、サーボ系の静的な速度-加速度有効範囲を示している。サーボモータの速度-加速度特性曲線10とサーボアンプの電流容量により制限される加速度制限11、減速機保護のために設けられた加速度制限および減速機保護のために設けられた速度制限12に内包される範囲がサーボ系の静的な加速度-速度の有効範囲13となり、太線部をサーボ系の静的な速度-加速度曲線14とする。本実施例では、簡単のため、図4に示すように加速度上限値A...、速度V...の範囲をサーボ系の静的な速度-加速度の有効範囲15として説明する。

【 0 0 0 8 】図5は、速度指令から駆動軸の速度応答までのブロック図である。加減速処理された速度指令は、速度フィルタ16を介し、コントローラ17、サーボモータ18により構成されるサーボ系19へ指令され、各駆動軸20が駆動される。本実施例では、速度フィルタを含めたサーボ系の応答を1次遅れでモデル化した場合について、各軸の応答の時定数をT₁、T₂、T₃として、説明する。各軸の位置、速度指令、加速度上限値A...より、一般的なラグランジェの運動方程式を使つて、各負荷軸に発生されるトルクを計算し、T₁、T₂、T₃とする。また、動作時に各軸に発生される摩擦トルクをD₁、D₂、D₃とする。各軸の減速機の減速比を

N_1, N_2, N_3 、負荷軸への伝達効率を η_1, η_2, η_3 とすると、各軸サーボモータで発生させることができる加速度の上限値は、下記の式で導出される。但し、 J_i は可動部の慣性モーメントである。

【0009】

【数1】

$$A_{imax}' = A_{imax} - \frac{1}{J_{mi}} \left(D_i + \frac{\tau_i}{\eta_i \cdot N_i} \right)$$

簡単のため、各軸に対応した添え字を $i = \{1, 2, 3\}$ とする。数1の右辺第2項を動作開始時の状態から一定値として求めると、図6に示すように加減速パラメータを一定値として求めることができる。図6において、215はサーボ系の静的な加速度-速度の有効範囲、211は動作時に発生する加減速に使用不能なトルク分、222は本実施例でのサーボ系の動的な加速度-速度の有効範囲である。

【0010】ここで、速度の上限を無視し、図7に示すように指令速度波形を加速度一定の対称な三角波形24とすると、指令加速度 a_i 、加速時間 t_i' 、移動距離（回転角度） S_i の関係式は、下記の式で表される。

【数2】

$$t_i' = \sqrt{S_i / a_i}$$

ここで、指令加速度 a_i に加速度上限値 A_{imax}' を代入し、仮の加速時間 t_i' を求め、

【数3】

$$t_i' = \sqrt{S_i / A_{imax}'}$$

仮の加減速時間 t' を全軸で最大のものにそろえ、

【数4】

$$t' = \max[t_1', t_2', t_3']$$

数2を変形した下記の式により、到達目標の加速度 A_i を計算する。

【数5】

$$A_i = S_i / t'^2$$

到達目標の加速度 A_i に対して、 i 軸の指令加速度 a_i は次式により求められる。

【数6】

$$a_i = \frac{A_i}{1 - e^{-t/T_i}}$$

数6は、下記の一般的な1次遅れの方程式を変形したものである。

【数7】

$$A_i = a_i - a_i e^{-t/T_i}$$

数2に数6より求められた指令加速度 a_i を代入するこ

とにより、各軸の最適な加減速時間 t が求められる。数4同様、全軸の加減速時間をそろえ、加速時間 t が決定される。

【数8】

$$t = \max[t_1, t_2, t_3]$$

数5同様、加速時間 t により、指令される加速度を調整する。

【数9】

$$a_i = S_i / t^2$$

上記加速度指令 a_i により、加減速パターンを生成すれば、サーボ系全体の速度-加速度制限の範囲内で最短の加減速パターンとなる。

【0011】ロングモーションの場合、動作終了点での状態から負荷軸に発生されるトルクを求め、これに基づき加速時と同様の計算を行うことにより、最適な加減速を行うことができる。上記で得られた加減速パターンは、図5のブロック図において、速度指令として速度フィルタ16に入力され、平滑化された後、サーボ系19に入力される。サーボ系19内では、コントローラ17により算出されたトルク指令がサーボモータ18に指令され、トルクとして駆動軸20に伝達される。本発明では、コントローラ17、サーボモータ18、駆動軸20の速度-トルク特性の範囲内でサーボモータ18へのトルク指令が最大となるよう加減速度および加減速時間をおらかじめ調整して、速度フィルタ16に入力するため、駆動軸20が常に最短の時間で駆動されるものとなる。

【0012】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、産業用ロボットの位置決め制御時において、サーボ系全体の動的な速度-加速度の有効範囲内で発生されるトルクのピーク値を最大となるように調整できるため、動作可能な最短の加減速パターンを生成することができる。また、可動部および電流アンプの許容値を考慮しているため、動作時間を短縮しながらも、機器の寿命の向上を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ロボットモデルの構成を示す説明図である。

【図2】駆動軸の構成を示す概略斜視図である。

【図3】サーボ系の静的な速度-加速度有効範囲を示す説明図である。

【図4】本実施例でのサーボ系の静的な速度-加速度有効範囲を示す説明図である。

【図5】速度指令から駆動軸の速度応答までのブロック図である。

【図6】本実施例でのサーボ系の動的な速度-加速度有効範囲を示す説明図である。

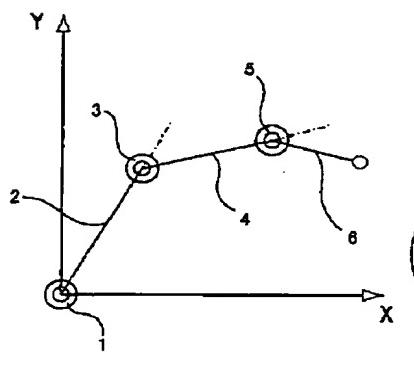
【図7】本実施例で加減速導出時に仮定する加減速

7
バターンを示す説明図である。

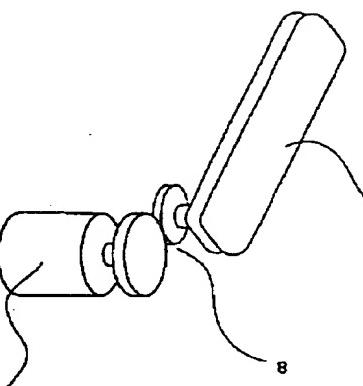
【符号の説明】

1 第1軸、2 第1アーム、3 第2軸、4 第2アーム、5 第3軸、6 第3アーム、7 サーボモータ、8 減速機、9 負荷軸、10 サーボモータの速度-加速度特性曲線、11 サーボアンプの電流容量により制限される加速度制限値、12 減速機保護のために設けられた加速度および速度の制限値、13 サーボ系の静的な加速度-速度の有効範囲、14 サーボ系の静的な加速度-速度曲線、15 本実施例でのサーボ系の静的な加速度-速度の有効範囲、16 速度フィルタ、17 コントローラ、18 サーボモータ、19 サーボ系、20 駆動軸、21 動作時に発生する加減速に使用不能なトルク分、22 本実施例でのサーボ系の動的な加速度-速度の有効範囲、23 加速時間 t_c、24 速度の傾き a (加速度) 、25 移動距離 S

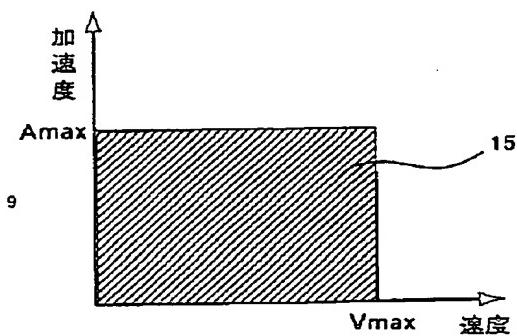
【図 1】



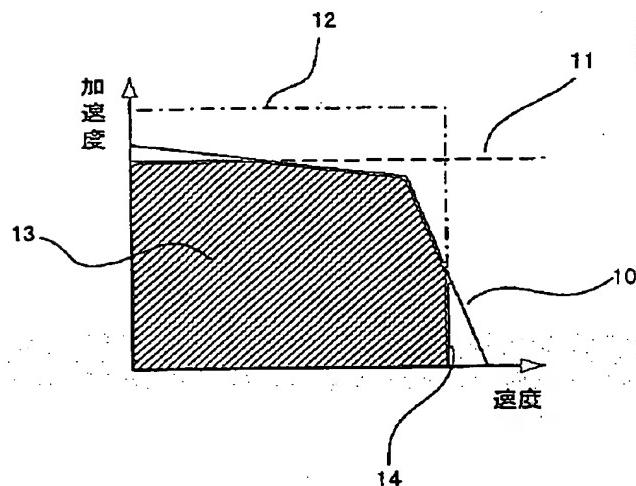
【図 2】



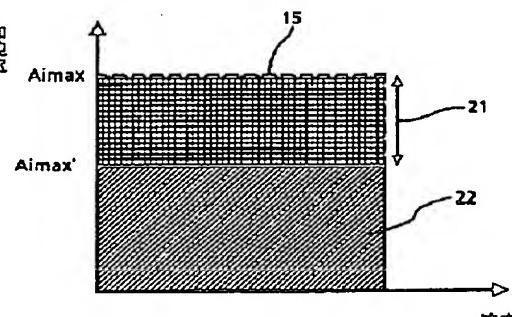
【図 4】



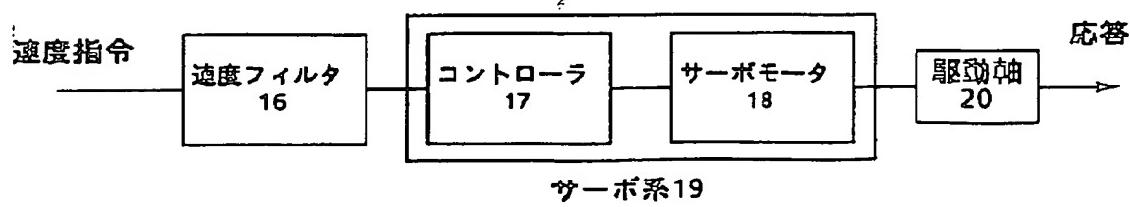
【図 3】



【図 6】



【図 5】



【図 7】

